

Taliha Hoffmann Rahim

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA AUXÍLIO NO DESLOCAMENTO DE  
DEFICIENTES VISUAIS**

Araranguá

2017



Universidade Federal de Santa Catarina  
Campus Araranguá  
Tecnologias da Informação e Comunicação

Taliha Hoffmann Rahim

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA AUXÍLIO NO DESLOCAMENTO DE  
DEFICIENTES VISUAIS**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em  
Tecnologias da Informação e Comunicação do  
Centro Araranguá da Universidade Federal de Santa  
Catarina como requisito para obtenção do Título de  
Bacharel/Licenciado em Tecnologias da  
Informação e Comunicação.  
Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Luciana Bolan Frigo.

Araranguá

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Rahim, Taliha Hoffmann  
DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA AUXÍLIO NO  
DESLOCAMENTO DE DEFICIENTES VISUAIS / Taliha  
Hoffmann Rahim ; orientador, Luciana Bolan Frigo,  
2017.  
55 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Araranguá, Graduação em Tecnologias da Informação e  
Comunicação, Araranguá, 2017.

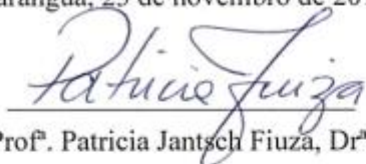
Inclui referências.

1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2. Dificuldades enfrentadas pelos deficientes visuais para se locomover. 3. Tecnologia assistiva. 4. Sensores e microcontroladores. 5. Desenvolvimento de uma aplicação utilizando Arduino. I. Frigo, Luciana Bolan. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação. III. Título.

Taliha Hoffmann Rahim

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Tecnologias da Informação e Comunicação.

Araranguá, 23 de novembro de 2017.



Prof.<sup>a</sup> Patricia Jantsch Fiuza, Dr.<sup>a</sup>.

Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Prof.<sup>a</sup> Luciana Bolan Frigo,

Dr.<sup>a</sup>

Orientadora



Prof.<sup>a</sup> Olga Yevseyeva, Dr.<sup>a</sup>

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.<sup>a</sup> Eliane Pozzebon, Dr.<sup>a</sup>

Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho a todas as pessoas que acreditaram no meu potencial para o desenvolvimento de um dispositivo, a todos os deficientes visuais que estão em busca de tecnologias que possibilitem alcançar sua autonomia para locomoção.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente ao meu pai que sempre foi meu exemplo, que me apoiou na decisão de mudar de cidade para estudar, trabalhar e buscar novos conhecimentos. Aos amigos que fiz durante essa jornada, que muitas vezes foram minha família, aos professores que com sua maestria puderam me passar seu conhecimento e mostraram os caminhos pelos quais eu irei me aperfeiçoar.

Agradeço por todas as oportunidades que a universidade e o curso me proporcionaram. Pela maturidade que a jornada acadêmica me trouxe, aprender a administrar meu tempo entre a jornada diária de trabalho e atividades acadêmicas, por aprender a ser autodidata quando necessário. A todos os desafios que com foco e persistência foram superados.

“Para as pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis.” (RADABAUGH, 1993)

## RESUMO

O uso da tecnologia nas últimas décadas vem revolucionando nossa forma de vida, tornando a comunicação cada vez mais rápida e eficiente, fazendo com que processos industriais sejam automatizados, celulares se tornaram computadores portáteis, o ser humano está cada vez mais dependente das facilidades que as tecnologias da informação vem proporcionando no seu cotidiano.

Os deficientes visuais enfrentam inúmeras dificuldades diariamente para transitar de um local ao outro, são muitos obstáculos de difícil percepção, como os encontrados acima da linha de sua cintura. Atualmente ainda utilizam uma tecnologia pouco aprimorada, que é a bengala. Visto que essas pessoas precisam estar incluídas nas inovações e melhorias tecnológicas, este estudo busca por meio de uma tecnologia assistiva auxiliar um deficiente visual no seu deslocamento.

Dessa forma, o presente trabalho traz o desenvolvimento de um sensor de obstáculos de baixo custo para deficientes visuais, com alertas vibratórios, sendo utilizado como um bracelete.

**Palavras-chave:** Deficiente visual. Tecnologia Assistiva. Sensor de obstáculo. Arduino.



## **ABSTRACT**

The use of technology in the last decades has been revolutionizing our way of living, making communication faster and even more efficient, allowing industry procedures to become automated, cellphones to turn into portable computers, and causing human beings to be more dependent from the benefits that information technology brings to their daily routine.

Visually impaired people face many difficulties throughout their days to go from one place to another because there are lots of obstacles that are hard to notice, for example, the ones located above the waist line. Nowadays, it is still used a little improved technology, which is the cane. As these people need to be included in the innovation and technological improvement, this study intends to assist a visually impaired person in its displacement through an assistive technology device.

Therefore, this final paper brings the development of a low cost obstacle sensor for visually impaired people with vibrating alerts to be used as a bracelet.

**Keywords:** Visually impaired. Assistive technology. Obstacle sensor. Arduino.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de deficiência .....	19
Figura 2 – Bengala de baixo custo.....	21
Figura 3 – Bengala inteligente .....	22
Figura 4 – Óculos sonar .....	22
Figura 5 – Argos .....	23
Figura 6 – Sunu Band .....	23
Figura 7 – Orcan MyEye .....	24
Figura 8 – Retinose Pigmentar .....	27
Figura 9 – Protótipo.....	29
Figura 10 – Arduino Nano.....	31
Figura 11 – Tipos de Arduino.....	32
Figura 12 – Grandeza analógica e digital .....	33
Figura 13 – PWM .....	34
Figura 14 – Portas PWM .....	34
Figura 15 – Funcionamento ultrassônico.....	36
Figura 16 – Teste de distância com led .....	37
Figura 17 – Função para calcular distância .....	38
Figura 18 – Motor DC .....	38
Figura 19 – Vibracall de celular .....	39
Figura 20 – Transistor.....	39
Figura 21 – Algoritmo PWM.....	40
Figura 22 – Circuitos .....	40
Figura 23 – Protótipo na placa.....	41
Figura 24 – Protótipo montado.....	42
Figura 25 – Bracelete.....	42

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Comparativo entre dispositivos .....	25
Quadro 2 – Avaliação dos entrevistados .....	46
Quadro 3 – Nível de satisfação .....	46
Quadro 4 – Custo do projeto.....	47

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

cm – centímetro

GPS – Sistema de Posicionamento Global

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IF SertãoPE – Instituto Federal do Sertão – Pernambuco

m – metro

mm - milímetro

PWM – Pulse Width Modulation

ONUBR – Organização das Nações Humanas Brasil

V - Voltz

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	CONTEXTO DA PESQUISA.....	15
1.2	OBJETIVOS.....	16
1.2.1	Objetivo geral. ....	16
1.2.2	Objetivos específicos.....	16
1.3	JUSTIFICATIVA .....	17
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>19</b>
2.1	TRABALHOS RELACIONADOS .....	21
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
3.1	PROPOSTA.....	28
3.2	MICROCONTROLADOR.....	30
3.3	SENSOR.....	35
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>TESTES E RESULTADO .....</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>49</b>
	<b>APENDICE A .....</b>	<b>52</b>
	<b>APENDICE B .....</b>	<b>54</b>
	<b>APENDICE C .....</b>	<b>55</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A inclusão social é um tema que vem sendo cada vez mais abordado e obtendo destaque nas discussões de toda a sociedade. As pessoas que possuem algum grau de deficiência seja ela física ou visual, geralmente podem possuir maior dificuldade de integração nas atividades comuns realizadas no cotidiano. Os deficientes visuais ao se locomoverem no dia a dia se deparam com obstáculos como desníveis na rua, orelhões, placas, galhos de árvore, objetos mobiliários, o que pode impedir sua independência na atividade de locomoção ou até causar riscos de morte.

É comum que as pessoas portadoras de deficiência visual precisem de ajuda de terceiros para realizar algumas atividades do cotidiano, como localizar objetos e ler instruções. Porém, autonomia e independência de locomoção dos deficientes visuais são percebidas como de extrema importância tanto para o físico, bem como para o psicológico e social, tendo em vista que essas pessoas possuem o direito de ir e vir livremente.

Tendo como base as necessidades das pessoas que apresentam algum grau de deficiência visual, as tecnologias assistivas podem ser definidas como “uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados pelos indivíduos com deficiência” [Cook e Hussey 1995]. Dessa forma, é proposto o desenvolvimento de um sensor de obstáculos que visa facilitar a locomoção dos deficientes visuais, bem como tornar seu trajeto mais confortável e seguro.

### 1.1 CONTEXTO DA PESQUISA

Segundo (AIADV, 2009), orientação e mobilidade podem ser definidas como “um conjunto de capacidades e técnicas específicas que permitem à pessoa deficiente visual conhecer, relacionar-se e deslocar-se com independência”. O ato de movimentar-se para o deficiente visual vai muito além do que percorrer alguns quarteirões, ou ir de um cômodo ao outro, durante todo seu percurso, é necessário estar atento a outros estímulos do ambiente, como sons, cheiros, temperatura e estar familiarizado com o ambiente para que possa se precaver a possíveis intervenções.

A acessibilidade pode ser definida como a possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações,

espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos (ABNT, 2004). Alguns recursos de acessibilidade já são comumente utilizados pelos deficientes visuais, como a bengala, o sistema de leitura em braile, reconhecimento de voz. De acordo com Weishaln (1990), os deficientes visuais utilizam dos sentidos remanescentes, através das informações tátil, auditiva, sinestésica e olfativa, que são mais desenvolvidas pelas pessoas cegas, pois elas tendem a recorrer a esses sentidos com mais frequência para decodificar e guardar na memória as informações.

## 1.2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho estão divididos em objetivo geral e objetivos específicos.

### 1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um dispositivo eletrônico que auxilie deficientes visuais na detecção de obstáculos garantindo autonomia e segurança no seu deslocamento.

### 1.2.2 Objetivos específicos

O presente trabalho tem por objetivos específicos:

1. Entender as necessidades das pessoas com cegueira ou acuidade visual para que o dispositivo possa solucionar problemas cotidianos durante sua locomoção;
2. Analisar os dispositivos existentes, verificando os pontos fortes e fracos destes;
3. Projetar um dispositivo eletrônico de baixo custo, para auxiliar deficientes visuais nas suas atividades diárias;
4. Realizar testes com o protótipo desenvolvido.



### 1.3 JUSTIFICATIVA

Os deficientes visuais enfrentam diversas dificuldades no dia a dia para se locomover, os obstáculos que surgem durante o trajeto dos deficientes podem ser desde orelhões, até objetos que estejam no chão, quinas, buracos, desníveis do solo e quaisquer obstáculos que com o auxílio da bengala não seja identificado.

Segundo o IBGE, é estimado que haja cerca de 500 mil cegos no Brasil, e ao menos 5,5 milhões de deficientes visuais. Um importante aliado aos deficientes visuais são os cães guia, porém, atualmente não há uma grande quantidade de cães treinados para auxiliar seus donos. Estima-se que no Brasil haja apenas 160 cães guia. (ESTADÃO, 2016)

Ao crescer, a pessoa com deficiência não pode ter o amparo dos seus pais para todas as atividades cotidianas, onde se faz necessário o uso de instrumentos que contribuam para sua independência, como o uso dos mais comuns que são bengala e o sistema de leitura em braile. De acordo com (ARAÚJO, 2012) o Braile foi inventado em 1825 por Charles Babier para uso militar, o sistema constitui-se do agrupamento de 6 pontos que possibilita a constituição de 63 símbolos diferentes utilizados na representação de caracteres na literatura, matemática, informática e música.

Apesar desses sistemas serem eficientes para proporcionar acesso à informação as pessoas com deficiência, esses mecanismos ainda possuem dificuldades na inclusão dos deficientes as atividades da sociedade. Nem todos os lugares possuem portabilidade para esses sistemas, e o auxílio de terceiros ainda é necessário na realização de suas atividades diárias.

Dessa forma, surge a necessidade de um dispositivo tecnológico que possibilite a detecção de obstáculos com maior precisão e agilidade, que consiga antecipar ao deficiente visual os obstáculos que irá encontrar no percurso de forma que seja possível desviar do objeto com segurança e rapidez. De modo que o deficiente se torne mais autônomo durante o seu trajeto, tendo em vista as facilidades que o dispositivo irá fornecer.

## 1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho apresenta no, **Capítulo 1**, uma perspectiva geral do dos principais problemas enfrentados pelos deficientes visuais e como a tecnologia pode auxiliar essas pessoas. Com base neste cenário é apresentada a proposta do desenvolvimento de um produto de baixo custo que auxilie na locomoção e independência dos deficientes visuais.

No **Capítulo 2** é feita uma revisão na literatura acerca dos deficientes no Brasil e no mundo, a forma como a acessibilidade e a tecnologia pode auxiliar essas pessoas, bem como, alguns trabalhos que já foram realizados na área com ideias inovadoras visando auxiliar o deficiente a reduzir os riscos à sua integridade física.

No **Capítulo 3** é abordada a metodologia utilizada para a elaboração do trabalho, sua natureza e os aspectos mais importantes que foram estudados antes de iniciar o desenvolvimento, como entender o funcionamento de sensores, microcontroladores, a escolha de cada componente, suas principais características.

O **Capítulo 4** detalha o desenvolvimento do protótipo, como foi feita a montagem dos componentes, os primeiros testes que foram feitos com leds e utilizando uma *protoboard*, onde é possível entender como o trabalho foi elaborado de forma prática.

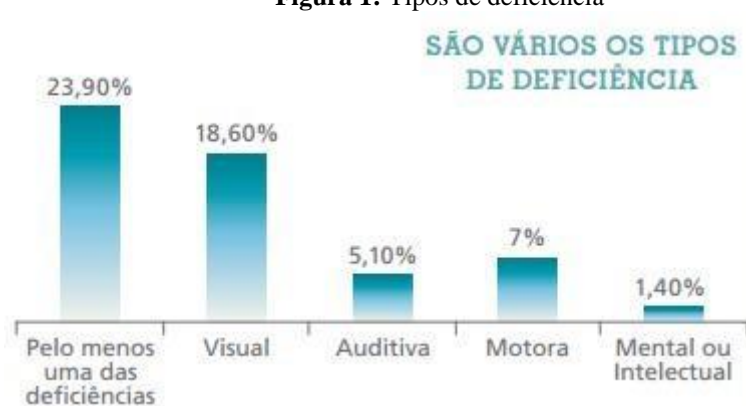
O **Capítulo 5** descreve os testes que foram realizados com os deficientes visuais em associações que prestam apoio aos mesmos, onde pode ser identificado o nível de satisfação e melhorias do produto de acordo com avaliações feitas pelos deficientes visuais.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O mundo está cada vez mais conectado e interativo, permitindo que as informações sejam repassadas com maior rapidez e agilidade, possibilitando a troca de informações, entre cidades, países, facilitando a vida das pessoas com tecnologias cada vez mais robustas. Porém, faz-se necessário uma análise de como as pessoas que possuem algum tipo de deficiência se encaixam nesse novo mundo globalizado e interconectado, de como elas são incluídas nesse paradigma de comunicação.

A Organização Mundial da Saúde (ONUBR, 2013) estima que existam entre 39 milhões de cegos no mundo e 246 milhões de pessoas com baixa visão ou perda moderada. Segundo dados coletados pelo (IBGE, 2010) buscando identificar os tipos de deficiência e sua relevância na população brasileira, foi feita uma avaliação utilizando facilitadores como óculos, lentes de contato, bengalas e próteses. As perguntas buscavam identificar deficiência visual, auditiva, motora de acordo com seu grau de dificuldade.

**Figura 1:** Tipos de deficiência



**Fonte:** (IBGE, 2010)

No resultado da pesquisa de acordo com o gráfico da Figura 1, é possível observar que a deficiência visual foi que apresentou maior ocorrência, atingindo 18,6 % da população. Das 45.606.048 pessoas que possuem deficiência, 1,6% são totalmente cegas e 3,46% possuem deficiência visual severa, 7,6% são totalmente surdas, 1,62% não conseguem se locomover. O estudo apresenta dados que possibilitam dimensionar a parcela significativa da população que possui algum tipo de deficiência e precisam de facilitadores para realizar suas atividades cotidianas.

A atividade de locomoção, independência para se deslocar e autonomia é algo natural ao ser humano, desde que o mesmo tenha plenas condições de fazê-lo. Os deficientes visuais, pela necessidade de identificação e localização de lugares, utilizam mecanismos como referências e associação a lugares por onde já estiveram utilizando seus sentidos remanescentes para armazenar as informações que são relevantes nesse trajeto, bem como, obstáculos que já se depararam, como placas, postes, orelhões, mobílias e desníveis.

Os estímulos ao movimento do deficiente visual são abordados desde a infância (HOFFMANN; SEEWALD, 2003), destacam que os pais desenvolvem desde cedo um ímpeto de proteção com a criança portadora de deficiência visual, evitando ao máximo expor a criança aos riscos que a mobilidade pode gerar, mantendo-a em ambientes seguros e dando todo o auxílio necessário. Porém, isso pode gerar certo distanciamento desta criança com as outras pessoas com quem convive, gerando preconceito e insegurança quanto à capacidade de realizar tarefas diárias de forma autônoma.

Conforme o deficiente vai crescendo, a atividade de locomoção e autonomia tem importância psicológica e social, Hoffmann e Seewald (2003) definem a orientação e mobilidade como:

“um processo amplo e flexível, composto por um conjunto de capacidades motoras, cognitivas, afetivas e sociais e por um elenco de técnicas apropriadas e específicas, que permitem ao seu usuário conhecer, relacionar-se e deslocar-se de forma (in)dependente e natural nas mais diversas estruturas, espaços e situações do ambiente.”

Ao caminhar na rua ou até mesmo em ambientes considerados seguros ao deficiente, o mesmo está sujeito a esbarrar em objetos, não perceber desníveis do solo, objetos que estejam acima da linha da cintura podem ser mais difíceis de evitar uma colisão, pois o uso da bengala branca, como é chamado a bengala tradicional, torna perceptíveis apenas objetos do solo. Não é incomum que as pessoas com deficiência visual se choquem, com quinas, postes, orelhões. Na maioria das vezes, a pessoa portadora de deficiência necessita da ajuda de estranhos ou terceiros para realizar atividades consideradas simples por aqueles que possuem visão.

Visto que os deficientes precisam ter maior adaptação, confiança e estabilidade no traslado buscamos nas tecnologias assistivas um apoio para inovações tecnológicas que venham a facilitar o dia a dia dessas pessoas. (BERSCH & TONOLLI, 2006) definem

tecnologia assistiva como “um termo ainda novo, utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão”. Essas tecnologias podem ser aprimoradas para atender ao nicho de deficientes visuais que busca por mecanismos de autonomia e facilidade de locomoção.

## 2.1 TRABALHOS RELACIONADOS

A tecnologia vem sendo cada vez mais ampliada para facilitar a vida das pessoas, bem como otimizar suas atividades diárias. Existem alguns trabalhos que foram elaborados voltados para as pessoas com dificuldade ou deficiência visual, com o uso de sensores, microcontroladores, circuitos eletrônicos, que quando programados podem fornecer mecanismos para resolver um problema recorrente enfrentado por essas pessoas.

Partindo das inovações que as tecnologias podem propor ao deficiente (MARQUES et al., 2016) desenvolvem uma bengala de baixo custo, estimado em R\$ 100, feita com material reciclado e artesanal, com o uso de sensores que foram acoplados a bengala, bem como conectados a um circuito eletrônico Arduino para emitir sinais sonoros de alerta, conectando a um celular via *bluetooth* utilizado o sensor de vibração do celular para alertar os usuários quando há obstáculos próximos. O protótipo foi testado em alunos com necessidades especiais da instituição (IF SertãoPE) onde o projeto foi desenvolvido.

**Figura 2:** Bengala de baixo custo

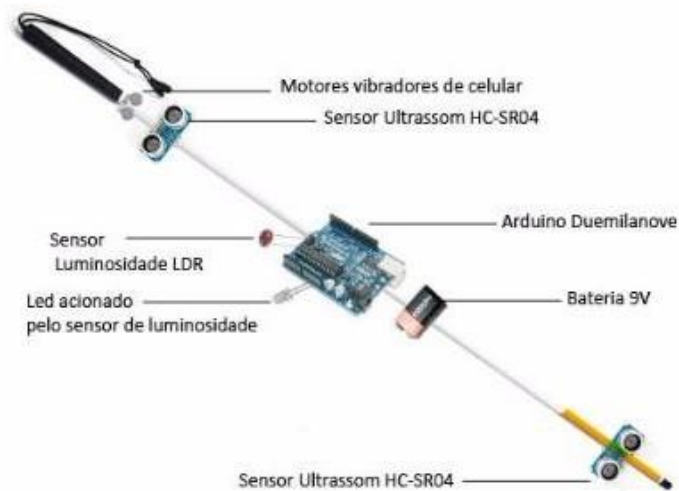


**Fonte:** (MARQUES, et. al, 2016)

A Bengala Inteligente baseada em aprendizagem por reforço elaborada por (ALVES; NEUMANN; GOUVEA JUNIOR, 2014), possui uma abordagem nova para a percepção de obstáculos, que é a utilização de redes neurais para o reconhecimento de padrões e de acordo com a velocidade com que o deficiente está caminhando, o sensor terá uma leitura mais rápida

e antecipa o alerta vibratório ao usuário. Apesar de ter sido bem aceita pelos entrevistados, os mesmos acharam o peso da bengala um pouco incômodo.

**Figura 3:** Bengala inteligente



**Fonte:** (ALVES; NEUMANN; GOUVEA JUNIOR, 2014)

O protótipo de um óculos sonar produzido por (GONZATTO et al., 2012) foi o proposto como uma estratégia de permitir maior segurança e autonomia ao deficiente por meio de um óculos que identifica obstáculos em uma distância de 20 cm a 1,5 metros. O projeto utiliza um microcontrolador e um alto falante, quanto mais próximo do obstáculo, maior será o sinal sonoro emitido ao usuário, por fones de ouvido. A questão que deve ser abordada nesse projeto é se esses sinais sonoros podem atrapalhar o deficiente na observação de outros ruídos, como carros, motos, pessoas que estejam próximos ou até mesmo causar desconforto.

**Figura 4:** Óculos sonar



**Fonte:** (GONZATTO, at. al, 2012)

O projeto Argos desenvolvido por (FILHO, et al., 2011), apresenta uma pulseira microcontrolada, elaborada para ser utilizada em conjunto com a bengala tradicional, e voltada para a detecção de objetos acima da cintura do usuário. O projeto foi desenvolvido com sensores ultrassônicos e motor de vibração de forma a alternar o nível de maior vibração para objetos que estejam mais próximos, menos de 1 metro, e menor vibração com objetos a uma distância de até 2 metros. O ponto positivo do Argos é que pode ser utilizado tanto para deficientes visuais como auditivos, e também, tornar o deficiente familiar com a precisão de distância dos obstáculos de acordo com o nível de vibração da pulseira.

**Figura 5:** Argos



**Fonte:** (FILHO, et al., 2012)

A Sunu Band é uma pulseira inteligente que foi desenvolvida por Marco Trujillo inicialmente como um projeto acadêmico, com funcionamento baseado em sensor ultrassônico e alertas vibratórios, o dispositivo faz amostras do ambiente com 30 ecos por segundo e de acordo com a distância, produz uma vibração de maior ou menor intensidade. O projeto evoluiu e possibilitou a abertura da startup Sunu, o custo médio do dispositivo é de R\$ 750,00. (SUNU, 2017)

**Figura 6:** Sunu Band



**Fonte:** (SUNU, 2017)

O Orcam My Eye é um óculos intuitivo desenvolvido com uma câmera projetado para escanear rostos, reconhecer pessoas, informar o usuário quando identifica um rosto conhecido, ler textos, identifica valores monetários, embalagens, possui uma unidade base para identificação de objetos, bateria de longa duração, cerca de 24h. Porém, seu custo é um pouco elevado por ser uma tecnologia mais avançada, em torno de R\$14.900,00. (MAISAUTONOMIA, 2017)

**Figura 7:** Orcam MyEye



**Fonte:** (MAISAUTONOMIA, 2017)

A diversidade tecnológica torna possível o uso de diversos sistemas capazes de solucionar um problema. Voltando-se para o paradigma de software, onde atualmente existe uma gama realmente grande de facilitadores, como aplicativos para smartphones, programas que são embutidos em hardware, software de computador, sistemas embarcados, nesse meio também é encontrado algumas soluções que vem a auxiliar o deficiente visual.

O aplicativo Aipoly, que foi desenvolvido por alunos da universidade da Califórnia, por meio de um smartphone, possibilita que o deficiente ao se aproximar de objetos através da câmera do dispositivo, ele faça uma busca no banco de dados da Aipoly, e por meio da interação por voz, informe ao usuário o nome do objeto. Isso é possível, pois o aplicativo faz uso da orientação por voz, reconhecimento de imagens, por meio do uso da inteligência artificial o aplicativo pode aprender novas coisas e possui sete idiomas. (MAXI SCIENCES, 2016)

Já o aplicativo Be My Eyes, possui uma proposta inovadora, com o tema “seja meus olhos”, foi inspirado no *FaceTime* do sistema *iOS*. O sistema funciona por meio de voluntários que se cadastram e por meio de um sistema de câmera entre o deficiente e o



voluntário, o voluntário irá informar o que seus olhos enxergam ao deficiente. Nesse caso, existe a dependência de uma pessoa conectada para auxiliar o usuário. (TECHTUDO, 2015)

O Ariadne GPS que foi desenvolvido por Luca Ciaffoni, possui algumas funções características de GPS, localização por meio de mapas, o aprende e monitora o caminho do usuário, marca seus pontos principais, possui alertas vibratórios, informa o usuário por meio de *voice over* sobre nomes das ruas, número das casas, e também mantém o usuário atualizado periodicamente sobre sua localização. Útil para pessoas que utilizam meios de transportes públicos, ou até mesmo que estejam procurando uma localidade específica. Permitindo que o deficiente conheça seu trajeto e facilite sua localização. (ITUNES, 2015)

Abaixo segue tabela comparativa dos dispositivos existentes:

**Quadro 1** – Comparativo entre dispositivos

<b>Dispositivo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo</b>
Bengala de baixo custo	Bengala	Emite sinais sonoros de alerta, pode ser conectada via Bluetooth ao celular	R\$ 100,00
Óculos Sonar	Óculos	Identifica obstáculos a uma distância de 20 cm a 1,5 metros, emite sinal sonoro através de alto falante	Acima de R\$ 100,00
Argos	Pulseira	Pulseira microcontrolada, alerta vibratório para objetos acima da cintura. Pode ser utilizada para deficientes visuais e aditivos	Acima de R\$ 100,00
Sunu Band	Pulseira	Pulseira inteligente baseada em sensor ultrassônico e alertas vibratórios com diferentes intensidades de acordo com a distância	R\$ 750,00
Orcam My Eye	Óculos	Óculos que escaneia rostos, reconhece pessoas, lê textos, identifica objetos, possui bateria com longa duração.	R\$ 14.900,00

Aipoly	Aplicativo	Informa ao usuário nome de objetos ao aproximar câmera do celular	USD 4,99 ao mês
Be my Eyes	Aplicativo	Voluntários informam ao usuário o que enxergam, basta mostrar a imagem pela câmera do celular	Gratuito
Ariadne GPS	Aplicativo	Possui funções características de GPS, informa o usuário por voice over, monitora caminho e aprende novas rotas	USD 5,99

**Fonte:** Autor

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho de natureza exploratória iniciou-se com uma pesquisa acerca do principal problema que os deficientes visuais enfrentam para se locomover, suas principais carências, de forma que uma tecnologia pudesse auxiliá-los em suas atividades diárias.

Dentro desse âmbito, buscou-se uma solução simples e de baixo custo, para que o produto pudesse ser acessível ao maior número de usuários possível.

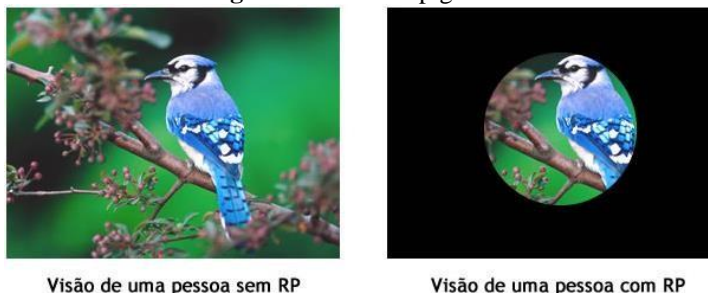
Nessa análise seguiram-se alguns critérios:

1. Entender as principais necessidades dos deficientes visuais;
2. Conversar com um deficiente visual a fim de entender sua rotina;
3. Buscar pelos itens (hardware) mais acessíveis para o desenvolvimento de uma solução.

Na primeira etapa, por meio de uma pesquisa bibliográfica foi possível coletar dados sobre os tipos de deficiência visual, suas características, e principais obstáculos que seus portadores enfrentam no dia a dia. Estas pessoas comumente já fazem uso de uma tecnologia, que é a bengala, foi visto que a mesma não torna possível a percepção dos obstáculos que estejam acima da linha da cintura dos deficientes.

Para melhor entender o universo dessas pessoas, foi realizada uma entrevista com um deficiente visual. O entrevistado foi o Sr. Paulo, de 47 anos que possui uma doença hereditária, a retinose pigmentar que segundo (RETINA BRASIL, 2012), “refere-se a um grupo de doenças hereditárias, que causam a degeneração da retina, região do fundo do olho. Ela é responsável pela captura de imagens a partir do campo visual”.

**Figura 8:** Retinose pigmentar



Visão de uma pessoa sem RP

Visão de uma pessoa com RP

**Fonte:** (RETINA BRASIL, 2012)

O entrevistado começou a perder a visão aos 30 anos, até então enxergava normalmente, trabalhava e realizava suas atividades do cotidiano, atualmente possui apenas 5% da visão, enxerga apenas vultos, e devido a sua perda de visão, precisou se aposentar. Paulo possui uma característica diferente da maioria dos deficientes, pois não aceita assumir que é um deficiente visual, não fazendo uso de bengala.

Nesse contexto, é preciso avaliar melhor como a sociedade acolhe os deficientes, se enxerga-os como parte do todo. Diniz (2007) afirma que a “deficiência como um estilo de vida não é resultado exclusivo do progresso médico. É uma afirmação ética que desafia nossos padrões de normal e patológico”. Faz-se necessário reconhecer a cegueira como um modo de vida, que faz parte do cotidiano de uma parcela da sociedade, e a pessoa portadora de deficiência deve ser vista com os mesmos direitos e respeito que os demais.

Avaliar nossa forma de inclusão social com as pessoas deficientes, ou que apresentem uma forma de vida diferente do que é considerado comum, pode ser encarado como um desafio para a construção de uma sociedade mais justa.

O entrevistado relatou que se vê totalmente dependente de sua esposa para percorrer trajetos que não sejam bem conhecidos, é independente para caminhar apenas em alguns cômodos de sua casa sozinho. A esposa relatou que na semana anterior a entrevista, Paulo esbarrou em um objeto que não era familiar em sua casa e quebrou seus óculos.

Entre as principais dificuldades apontadas pelo entrevistado foram degraus, carros, bicicletas e demais objetos parados em locais onde não sejam facilmente percebidos, bem como, desníveis no solo. Paulo destaca que os sinais sonoros, como buzinas, ronco de motores, conversas de pessoas que se aproximam, passaram a ser mais notáveis após a sua perda da capacidade de enxergar.

### 3.1 PROPOSTA

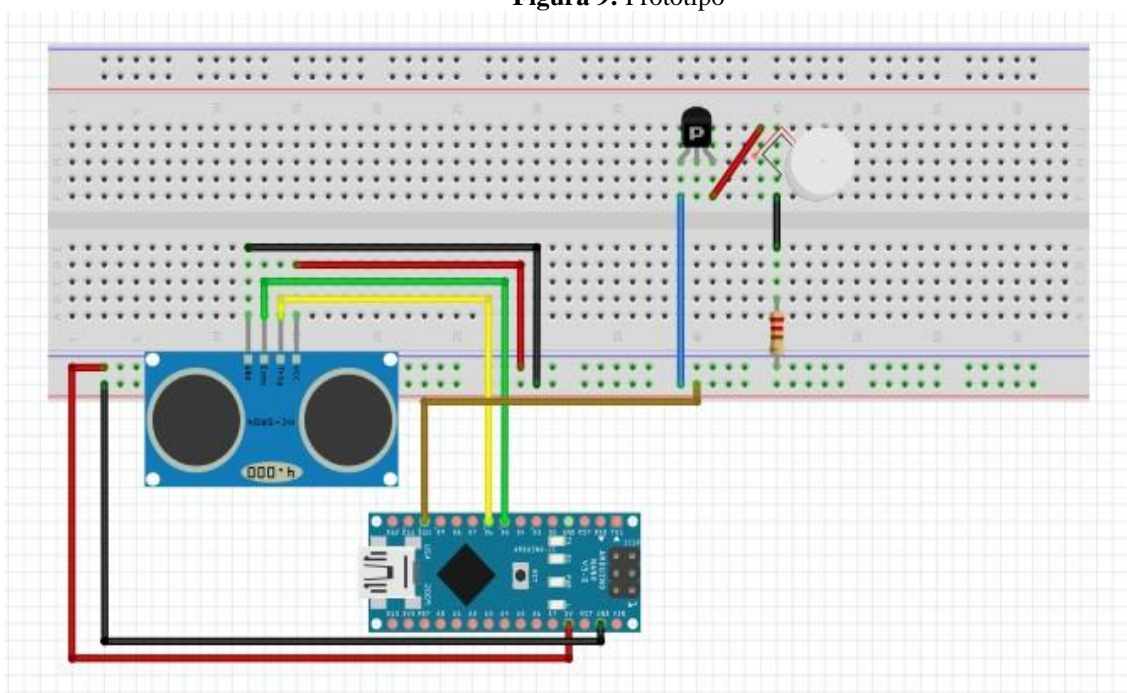
Tendo em vista a vasta gama de componentes eletrônicos que quando programados podem ser usados para o desenvolvimento de tecnologias que podem promover maior facilidade e acessibilidade às pessoas, o foco do estudo, se ateu a componentes de baixo custo, unindo *hardware* e *software* de forma a elaborar um dispositivo que possa melhorar o traslado de deficientes visuais por meio de uma tecnologia assistiva eficaz e acessível.

Para isso, traz-se a proposta do desenvolvimento de um sensor de obstáculos que irá medir distâncias de 1cm a 2m, que por meio de sinais vibratórios alerta o usuário sobre os possíveis obstáculos a sua volta, variando a intensidade vibratória de acordo com a distância.

A adaptação do sensor é para ser usado no braço, garantindo maior amplitude no monitoramento dos obstáculos e captando objetos da cintura para cima, podendo ser utilizado em conjunto com a bengala ou demais tecnologias de apoio.

O dispositivo pode ser usado tanto por cegos quanto por pessoas que tem baixa visão, incentivando com que o cidadão tenha mais segurança e autonomia em seu trajeto. Na figura abaixo, tem-se o protótipo utilizando a placa Arduino, o sensor ultrassônico e motor de vibração.

**Figura 9:** Protótipo



**Fonte:** Software Fritzing

Com base nas análises feitas em torno das necessidades dos deficientes visuais, bem como da entrevista realizada com um deficiente visual para entender um caso específico e poder moldar uma solução a esse problema. Este trabalho tem o propósito do desenvolvimento de um dispositivo de baixo custo e fácil adaptação, que possa alertar ao usuário sobre os obstáculos que estão próximos a ele, de forma que o mesmo possa desviar com antecedência, evitando danos a sua integridade física.

Partindo da ideia do desenvolvimento de um dispositivo de baixo custo e que seja viável ao maior número de deficientes visuais, iniciou-se uma pesquisa em torno dos tipos de hardware que seriam necessários, partindo da análise de microcontroladores e sensores a fim de encontrar a alternativa mais adequada ao projeto.

### 3.2 MICROCONTROLADOR

De acordo com (MARTINS, 2005), o início do desenvolvimento de microcontroladores, ocorreu na década de 70 quando começou o uso de microprocessadores em computadores, havendo a demanda por um componente físico que fizesse a integração de processamento de dados, memória e periféricos.

Os microcontroladores se baseiam na integração em apenas um componente de um microprocessador, que interpreta instruções e efetua o processamento de dados, a memória, que faz o armazenamento dos dados, periféricos que efetua a comunicação do microcontrolador com os componentes externos conectados a ele e apresentam o resultado da instrução que foi gerada pelo microcontrolador por meio dos periféricos, como por exemplo acender um led ou disparar um alarme.

O uso de microcontroladores está cada vez mais presente nos projetos de eletrônica, sistemas embutidos, devido a sua facilidade de manutenção, pequeno espaço físico, baixo custo e gerenciamento de periféricos.

O Arduino faz parte de um conceito de hardware e software livre (*opensource*). Foi criado na Itália em 2005 no *Interaction Design Institute*, na busca de um professor visando a facilidade de construção de projetos e protótipos para pessoas que já tinham algum ou nenhum conhecimento em eletrônica e programação. As placas do Arduino possuem diversas funcionalidades, podendo atuar em leds, motores, sensores e demais atuadores. (Arduino, 2017)

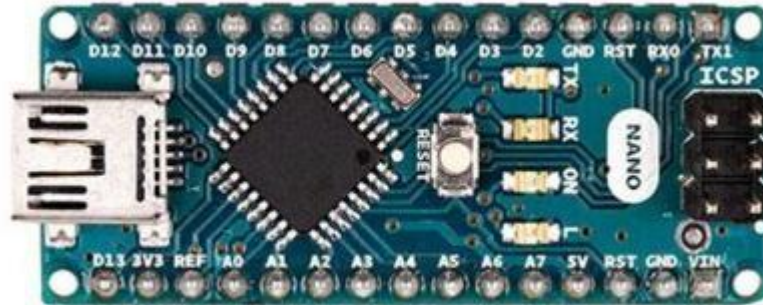
Para fazer a comunicação entre hardware e software utiliza-se a linguagem de programação C, podendo utilizar Java. Possui o software de desenvolvimento Arduino IDE que não precisa ser instalado, apenas compilado, após construir o algoritmo, é preciso apenas carregar o programa para a placa e o mesmo executará suas instruções no hardware.

O Arduino possui um microcontrolador que faz o processamento da placa fabricado pela empresa Atmel, trabalhando com 16 Mhz com core de 8 bits, possui memória RAM e ROM. Cada versão do microcontrolador pode trabalhar com um tipo de controlador, ATmega8, ATmega328 e ATmega162, variando apenas a quantidade de entradas e saídas e memória ROM. (SOUZA; GRANADO; FRESSATTI, 2014)

A placa Arduino escolhida para a elaboração do projeto foi o Arduino Nano, que é composta de um microcontrolador ATmega 328, 14 pinos digitais de entrada e saída, 6 podendo ser usados como saídas PWM e 14 entradas analógicas, com uma porta usb

acoplada. A escolha se ateve a facilidade de manuseio da ferramenta, baixo custo e por ser a versão de menor tamanho físico.



**Figura 10:** Arduino Nano



**Fonte:** (ARDUINO, 2017)

Há no mercado uma diversidade de placas Arduino, cada um variando de acordo com o processador, número de portas, memória, tipos de conexão, a Figura 11 mostra uma tabela comparativa. Alguns dos mais conhecidos são o Arduino Mega, Uno, Lilypad, tudo depende da aplicação e das necessidades do usuário, o lilypad por exemplo, pode ser utilizado em vestuário, o nano, possui menor poder de processamento, porém, um tamanho menor, o que é mais adequado a ser utilizado no projeto.

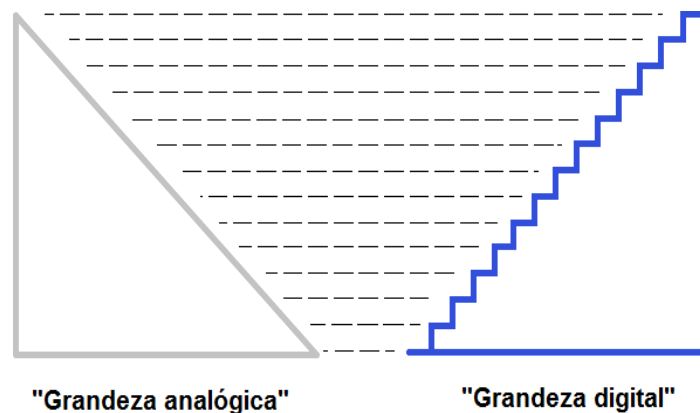
**Figura 11:** Tipos de Arduino

	Arduino Uno	Arduino Mega2560	Arduino Leonardo	Arduino Due	Arduino ADK	Arduino Nano	Arduino Pro Mini	Arduino Esplora
								
Microcontrolador	ATmega328	ATmega2560	ATmega32u4	AT91SAM3X8E	ATmega2560	ATmega168 (versão 2.x) ou ATmega328 (versão 3.x)	ATmega168	ATmega32u4
Portas digitais	14	54	20	54	54	14	14	-
Portas PWM	6	15	7	12	15	6	6	-
Portas analógicas	6	16	12	12	16	8	8	-
Memória	32 K (0,5 K usado pelo bootloader)	256 K (8 K usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)	512 K disponível para aplicações	256 K (8 K usados pelo bootloader)	16 K (ATmega168) ou 32K (ATmega328), 2 K usados pelo bootloader	16 K (2k usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)
Clock	16 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	84 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	8 Mhz (modelo 3.3v) ou 16 Mhz (modelo 5v)	16 Mhz
Conexão	USB	USB	Micro USB	Micro USB	USB	USB Mini-B	Serial / Módulo USB externo	Micro USB
Conector para alimentação externa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Tensão de operação	5v	5v	5v	3.3v	5v	5v	3.3v ou 5v, dependendo do modelo	5v
Corrente máxima portas E/S	40 mA	40 mA	40 mA	130 mA	40 mA	40 mA	40 mA	-
Alimentação	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	3.35 - 12 V (modelo 3.3v), ou 5 - 12 V (modelo 5v)	5v

**Fonte:** (FILIPEFLOP, 2014)

O Arduino é composto por portas analógicas e digitais. Abordando brevemente a diferenciação entre as duas grandezas, as portas digitais assumem valores bem definidos, em saltos, como por exemplo, o nível lógico alto 5V, e o nível lógico baixo 0V. Já grandezas analógicas, possuem maior variação em seus valores, tais como pressão, temperatura, tal como ilustra a figura 12. Como todo o processamento da placa é realizado de forma digital, faz-se necessário converter os valores analógicos em digitais, por isso, já existem conversores embutidos na placa para as portas analógicas.



**Figura 12:** Grandeza analógica e digital

Fonte: (VIDADESILICIO, 2017)

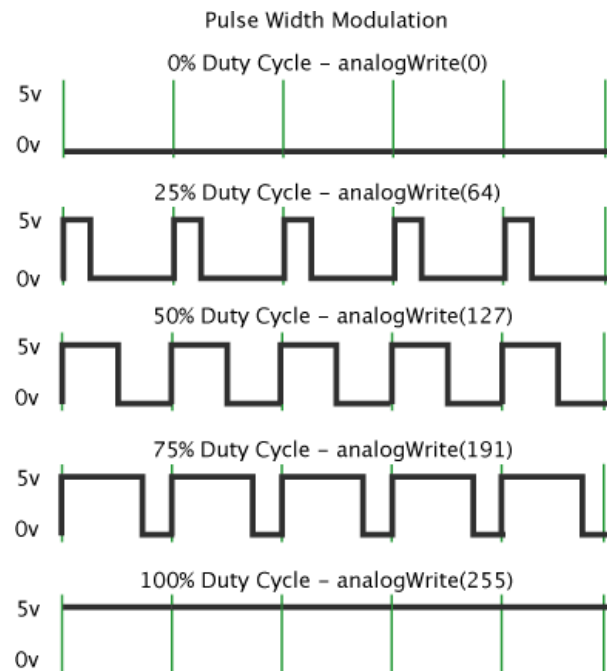
Alguns pinos do microcontrolador podem ser utilizados para obter valores analógicos através da utilização de portas digitais, que é o caso das portas PWM.

Também denominada como modulação por largura de pulso, a técnica de PWM (Pulse Width Modulation), foi inventada por volta dos anos 60 com a finalidade de controlar a tensão, carga entregue aos sistemas eletrônicos, muito utilizada para controlar a velocidade de sensores, motores, controle de luminosidade.

Seu funcionamento baseia-se no chaveamento no nível lógico ligado e desligado, *high*, *low*, em uma onda quadrada que pode variar de 0V a 5V. Conforme a potência desejada, quanto mais tempo a corrente elétrica ficar em nível lógico alto, ligado, maior será sua potência, ou seja, conforme o tamanho da largura de pulso, maior será a corrente passada para a carga aumentando a potência elétrica. Analogamente, se desejarmos que um motor gire com maior intensidade, quanto mais tensão elétrica for liberada para a carga, com mais força o mesmo irá girar.

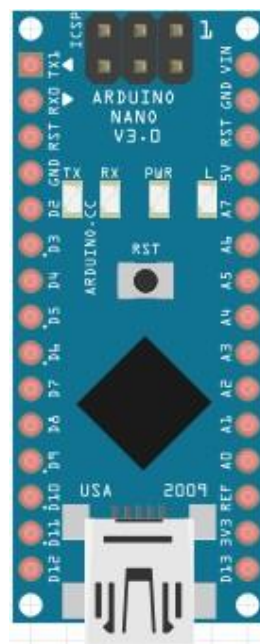
A porcentagem em que a onda fica em nível lógico alto, é denominada *Duty Cycle*, conforme for sua variação, a onda irá variar igualmente no seu tempo em nível lógico alto. Por exemplo, conforme mostra a figura 8, quando temos um *Duty Cycle* de 0%, o nível lógico estará em 0V, ao aumentar para 25%, o tempo em nível lógico alto, 5V, irá aumentar 25%.

Para a utilização na programação, o *Duty Cycle* pode representar um valor inteiro de 8 bits, de 0 a 255. Por meio da função `analogWrite()`, é possível setar os valores desejados para a porta PWM, onde `analogWrite(255)`, é a potência máxima e `analogWrite(0)`, a mínima, de forma definir a intensidade que a porta PWM irá liberar para o periférico.

**Figura 13: PWM**

**Fonte:** (ARDUINO, 2017)

O Arduino Nano possui 6 portas digitais que podem ser usadas para se obter valores analógicos por meio da técnica PWM, chamadas de portas PWM. De acordo com a figura 14, são as portas D3, D5, D6, D9, D10 e D11.

**Figura 14: Portas PWM**

### 3.3 SENSOR

Como a proposta do projeto é alertar deficientes em torno dos possíveis riscos em sua volta, após definir o microcontrolador, a etapa seguinte foi a busca por sensores que pudessem ter alcance e precisão suficientes para mapear o ambiente e detectar os obstáculos. De acordo com (WEDLING, 2010), sensores servem para “informar um circuito eletrônico a respeito de um evento que ocorra externamente, sobre o qual ele deva atuar, ou a partir do qual ele deva comandar uma determinada ação”.

Há no mercado uma diversidade de sensores, de presença e movimento, como: LDR, ultrassônico, infravermelho, capacitivo, indutivo, térmicos, a laser, porém, levando em conta as atuais necessidades do projeto, um sensor de distância, os mais apropriados são o sensor a laser, que possui alta precisão e sensibilidade, porém, alto custo, e ultrassônico, que possibilita a detecção de obstáculos por meio de ondas ultrassônicas. Levando em conta o princípio de baixo custo do projeto, o sensor utilizado foi o ultrassônico HC-SR04.

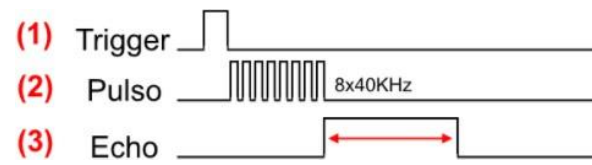
O sensor ultrassônico HC-SR04 é composto de 4 pinos digitais: *vcc*, *gnd*, *trigger*, e *echo*, permite o mapeamento de objetos em uma distância de 2 cm a 4 m, em um ângulo de 15 graus, e possui uma precisão de 3mm, com alimentação de 5V. Seu funcionamento baseia-se no envio de um pulso ultrassônico, onda sonora que é inaudível ao ouvido humano por trabalhar em uma frequência de 40 Hz, o sensor envia ondas ultrassônicas de 10 us em nível lógico alto, 5V, após essa sinalização são enviados 8 pulsos de 40Hz, através do emissor de sinal *trigger*, o sensor aguarda o retorno do sinal por meio do receptor *echo* e então é possível definir a distância entre o sensor e o objeto. (THOMSEN, 2013).

*vcc*: alimentação do módulo com 5v

*gnd*: terra

*trigger*: envia o pulso ultrassônico, colocado em nível lógico alto, high

*echo*: envia pulso que possui duração do tempo decorrido para o eco do pulso ser recebido

**Figura 15:** Funcionamento ultrassônico

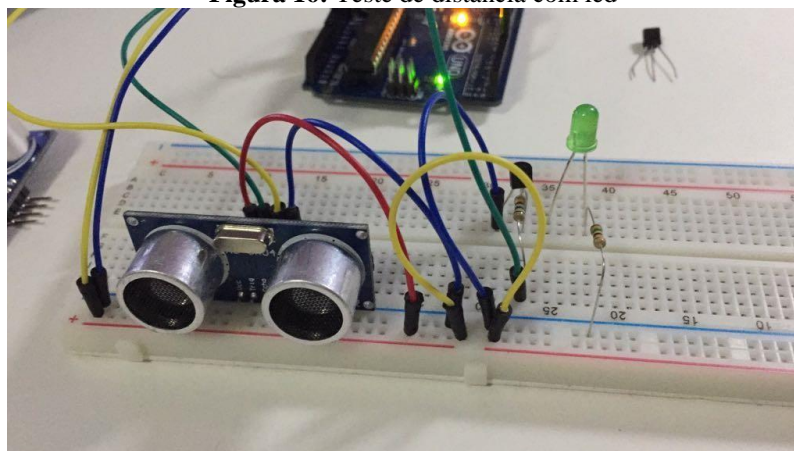
**Fonte:** (THOMSEN, 2013)

## 4 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do projeto, inicialmente foi utilizado um kit Arduino, o qual continha os principais itens a serem utilizados, como o microcontrolador, sensor ultrassônico, jumpers, resistores, diodo, transistor, leds, bem como a *protoboard* na qual foram realizados os primeiros testes. Vale ressaltar que os primeiros testes foram realizados utilizando uma placa Arduino UNO, posteriormente, visando melhorias no projeto e levando em conta a quantidade de portas necessárias, bem como o tamanho físico do protótipo, optou-se pelo Arduino Nano.

Primeiro, foi testado o funcionamento do sensor ultrassônico HC-SR04, utilizando um led, testando a intensidade da luz conforme a distância do sensor, conforme mostra na Figura 16. Foi visto que o sensor possui algumas variações nas medições conforme a velocidade da leitura dos ciclos de pulso.

**Figura 16:** Teste de distância com led



**Fonte:** Autor

Para a realização dos testes, fez-se necessário a programação do Arduino para calcular a distância medida pelo sensor. Conforme mencionado anteriormente, o funcionamento do sensor HC-SR04 baseia-se no envio de sinais ultrassônicos, ondas sonoras, por meio da porta *trigger* e quando é detectado um obstáculo, a porta *echo* recebe o sinal ultrassônico e em decorrência do tempo de envio e recebimento de sinal, é calculada a distância entre sensor e obstáculo.

Abaixo se tem a fórmula utilizada para calcular a distância:

$$\text{Distância} = (\text{Tempo ECHO em nível alto} * \text{Velocidade do Som}) / 2$$

O Arduino possui a biblioteca Ultrasonic.h, que possui as fórmulas para calcular a distância. Foi necessário apenas importar a biblioteca e utilizar a função *ranging*, que faz a conversão do valor em centímetros, conforme ilustra a figura 17.

**Figura 17:** Função para calcular distância

```
void loop() {
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  int distancia = (ultrasonic.Ranging(CM)); //converte o valor para cm
  Serial.print("Distancia em centimetros: ");
  Serial.println(distancia);
}
```

**Fonte:** Autor

A vibração de um atuador é produzida através da corrente contínua em motores elétricos, que para tal possui um eixo fora do centro e quando gira, produz o efeito vibratório.

A ideia inicial seria de utilizar um motor DC para vibrar conforme a distância do obstáculo, foram realizados testes com um motor DC de 5V, utilizado no controle do vídeo game *Playstation*, porém, o mesmo possui uma intensidade de vibração muito alta, o que poderia gerar incômodo ao usuário, bem como, mais consumo de energia, necessitando de mais alimentação.

**Figura 18:** Motor DC



**Fonte:** Autor

A solução encontrada foi utilizar o *vibracall* 3.3v que é usado em celulares, mostrado na Figura 19, é o de um aparelho da marca LG. Possui um consumo menor de alimentação, mais compacto, e pode ser controlado pela porta digital PWM do microcontrolador, sendo

programada de acordo com a intensidade desejada. Nesse caso, conforme a distância lida pelo sensor ultrassônico, o valor PWM pode ser alternado de 0 a 255, onde 255 é sua maior potência, logo, quanto mais próximo o obstáculo estiver do sensor, maior será o valor do PWM, e maior será a velocidade de giro do *vibracall*, aumentando a intensidade vibratória.

**Figura 19:** Vibracall de celular

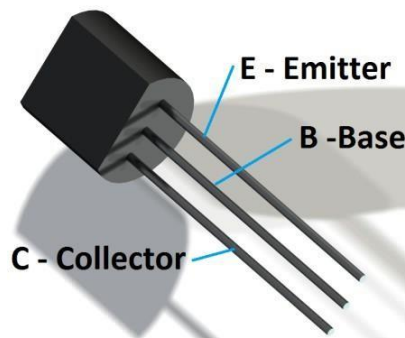


**Fonte:** Autor

Após a definição dos componentes principais que foram o sensor ultrassônico e *vibracall*, foi necessário unir as funcionalidades dos dois componentes para que de acordo com a leitura da distância do sensor ultrassônico, o *vibracall* fosse ativo. Para isso foi necessário o uso de um transistor.

O transistor é componente eletrônico semicondutor, que tem por finalidade controlar o fluxo de energia passada em um circuito, possui um coletor, base e emissor, conforme ilustra a figura 20. Este componente foi utilizado juntamente com um resistor e diodo, a fim de controlar a energia passada do motor para o Arduino, o modelo utilizado foi o BC 457.

**Figura 20:** Transistor



**Fonte:** (ROBOMART, 2015)

O algoritmo utilizado para setar os valores da porta PWM por meio da função `analogWrite()`, que aciona o motor de vibração de acordo com a distância lida, pode ser ilustrado na figura 21. A vibração de maior intensidade irá ser acionada quando um obstáculo estiver de 1 a 60 cm de distância, conforme a distância vai aumentando, o valor passado para a porta PWM vai diminuir, até que passe os 2 metros de distância, quando o *vibracall* é colocado em nível lógico baixo.

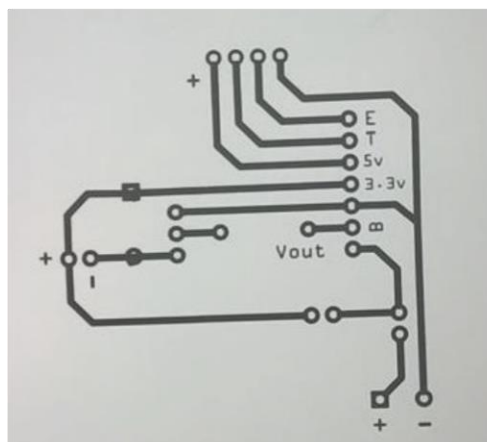
**Figura 21:** Algoritmo PWM

```
if (distancia <= 60) {
  analogWrite (motor, 255);
} else if (distancia <= 60) {
  analogWrite (motor, 200);
} else if (distancia <= 100){
  analogWrite (motor, 150);
} else if (distancia <= 150) {
  analogWrite (motor, 100);
} else if (distancia <= 200) {
  analogWrite (motor, 50);
} else {
  analogWrite (motor, LOW);
}
```

**Fonte:** Autor

Após a realização de todos os testes na *protoboard* e visto que os componentes estavam operando corretamente, foi feito uma placa de circuito impresso para anexar os componentes e tornar o dispositivo menor, os componentes foram soldados, e na placa foi adicionado um interruptor, para ligar e desligar o dispositivo, bem como uma pilha de 9V para alimentar a placa Arduino.

**Figura 22:** Circuitos



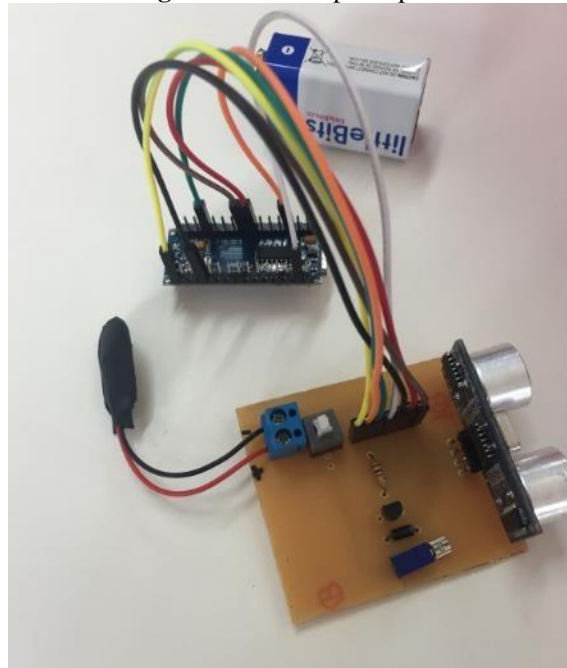
**Fonte:** Autor



A placa de circuito impresso possibilitou que o tamanho do protótipo fosse consideravelmente reduzido, conforme mostra na figura 23. Os itens foram soldados na placa, e foi acrescentado uma pilha de 9V para a alimentação da mesma, conforme ilustra figura 24. Posteriormente foi confeccionado um bracelete para que o dispositivo pudesse ser colocado no braço, conforme figura 25.

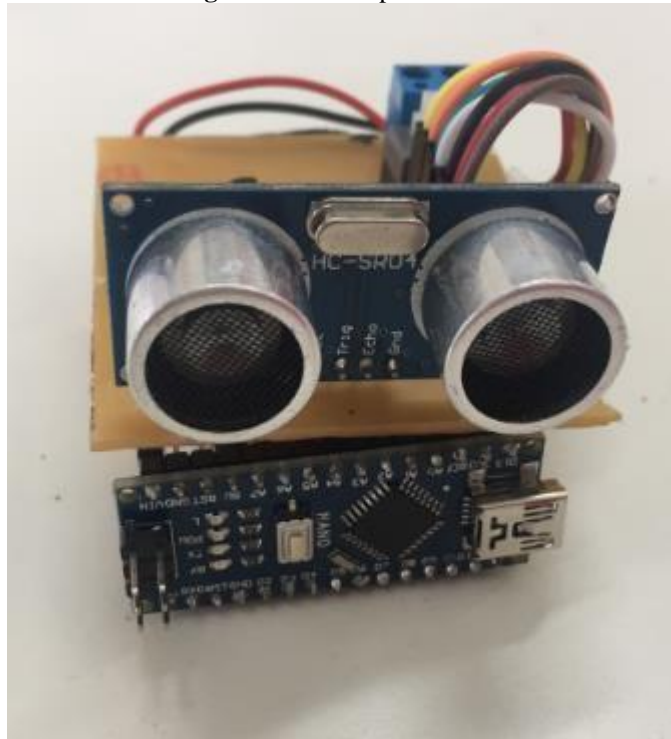
O diferencial do material utilizado, com a regulagem de tamanho é que o sensor pode ser ajustado em diferentes partes do corpo, o que possibilita que o usuário coloque-o no local onde haja maior necessidade de monitoramento, ou até mesmo utilizar mais de um sensor, como um em cada braço, aumentando a amplitude de detecção de obstáculos.

**Figura 23:** Protótipo na placa



**Fonte:** Autor

**Figura 24:** Protótipo montado



**Fonte:** Autor

**Figura 25:** Bracelete



**Fonte:** Autor

## 5 TESTES E RESULTADO

Durante toda a parte de desenvolvimento foram necessários testes possibilitando a verificação do funcionamento do sensor ultrassônico, motor de vibração, distância da medição dos obstáculos, até a fase final, onde pode ser utilizado no braço, inicialmente com testes caseiros.

Foi visto que o sensor apresenta um pequeno atraso se houverem mudanças bruscas. Como a medida é realizada em um ângulo de 15° e foi programado para sua vibração máxima ser ativada entre 1cm e 60cm, o sensor apresentou uma boa resposta durante os testes e o comodidade para ser usado no braço.

Como forma de avaliação do dispositivo foram elaborados dois questionários de usabilidade com base no QUEST 2.0 (*Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology*) desenvolvido por Carvalho, Gois Junior e Sa (2014), onde se busca avaliar a validação e satisfação dos usuários de uma tecnologia assistiva. O questionário foi feito para ser aplicado durante os testes com deficientes visuais, seguindo alguns critérios de forma a permitir a coleta de dados como forma de analisar estatisticamente os pontos fortes e fracos do dispositivo.

Para os testes finais, foi feita uma busca a cerca dos deficientes visuais de Araranguá e região, a primeira visita foi realizada na Atidev, uma associação para cegos administrada pela prefeitura de Criciúma, que ensina aos deficientes a língua de sinais braile, como usar a bengala, e presta auxílio aos mesmos.

### Entrevista 1

O entrevistado 1, foi o presidente da associação que é deficiente visual desde os 11 anos de idade, e ficou cego devido a encefalite que causa uma inflamação no cérebro. O entrevistado trabalha desde os 27 anos auxiliando outros portadores da deficiência visual a se adaptarem ao uso da bengala e também a língua de sinais braile. Dentre os principais obstáculos destacam-se: carros estacionados, orelhões e objetos acima da linha da cintura que não sejam facilmente perceptíveis.

O presidente relata que para um cego é indispensável o uso da bengala, pois com ela é possível a identificação dos mais variados tipos de ambiente como, desníveis de solo, degraus, buracos, por 10 anos teve um cão guia, que lhe auxiliava diariamente, e com ele, não

precisava de mais nenhum apoio, pois o cão lhe alertava com antecedência parando, em locais que pudessem representar riscos, porém, os cães são raros, seu cão guia foi trazido dos Estados Unidos, onde já havia sido treinado.

Ao apresentar o dispositivo, o entrevistado ficou interessado, achou confortável de ser utilizado no braço, caminhou por alguns cômodos utilizando o bracelete, e pode perceber a resposta do dispositivo em relação aos obstáculos, declarou que é um bom utensílio. Como sugestão, relatou que também deveria conter alertas sonoros, e que apenas a vibração pode ser confundida com os demais sinais de um ambiente.

Durante a conversa foram apontadas algumas ideias de aprimoramento do produto, como avisar a distância do obstáculo. Outras sugestões de produtos foram dadas como o de identificador de cédulas de dinheiro, identificadores de cor de uma peça de roupa, sugestões que podem ser acrescentadas ao projeto na busca de um produto mais completo e robusto.

Conversar com o presidente da associação, permitiu entender como um deficiente visual vive, quais são seus principais desafios, desde aceitar sua deficiência, adaptar-se, fazer uso de tecnologias de apoio. Durante a entrevista foi possível entender um pouco os recursos utilizados no dia a dia, o entrevistado mostrou um tabuleiro de xadrez feito em braile, onde ensina seus alunos as regras do jogo.

Questionado sobre o uso dos demais sentidos na ausência da visão, relatou que quando você possui a visão, utiliza 90% deste sentido e os demais apenas 10%. Porém quando perde a visão, sua capacidade fica nula, o que torna o uso de outros sentidos como audição, olfato, e tato, muito mais sensoriais. Por exemplo, quando passa na frente de padarias, farmácias e alguns ambientes que possuam algum cheiro que permite a identificação do lugar, como perfumarias, reconhece o local pelo cheiro.

### Entrevista 2

A segunda entrevista foi realizada na Adear instituição que presta auxílio para deficientes físicos em Araranguá-SC. Nesta instituição, puderam ser entrevistados dois deficientes visuais, um deles que presta auxílio na instituição, o entrevistado 2, é um pedagogo, que caminha com o auxílio da bengala.

O segundo entrevistado ficou cego com 36 anos, quando descobriu um glaucoma maligno, inicialmente foi tentado tratar a doença, porém, com o tempo, a cegueira não teve mais cura. O entrevistado faz cursos, dá aulas, como esporte está começando a correr, é massoterapeuta e percorre trajetos sozinho, utilizando a bengala como apoio.

Uma das dificuldades apontadas foram as vias públicas, pois como na cidade de Araranguá não há semáforos, ele precisa contar com a ajuda de outros pedestres quando vai atravessar a rua e nem sempre as pessoas param para ajudar. O entrevistado relata que para um cego caminhar sozinho, é preciso raciocínio para saber memorizar os trajetos percorridos, reconhecer a diferença de um ambiente pelos sons, cheiros, buracos, calçadas.

Os testes foram realizados dentro da Adear, onde o entrevistado 2 percorreu alguns cômodos, achou o dispositivo bom principalmente para iniciantes, pois as pessoas levam um tempo para aprender a utilizar a bengala, achou confortável e com um bom tempo de resposta, avaliou que a distância medida, é de mesmo alcance da bengala que são 60 cm com intensidade vibratória mais forte.

Dentre as sugestões apontadas, foi que pudesse ter leituras mais longas e outro tipo de alerta, para quando fosse atravessar a rua, pudesse identificar carros que estejam se aproximando, bem como um dispositivo que identificasse cores de roupas e objetos.

### Entrevista 3

A entrevistada 3, ficou cega com 15 anos quando levou um tiro na cabeça, por meio de cirurgias foi tentado evitar maiores danos, porém, não houve reversão na perda da capacidade de enxergar. Possui dependência do seu esposo para andar por ambientes urbanos, pois não se sente segura em percorrer trajetos desconhecidos, realiza com autonomia apenas atividades domésticas que não apresentem risco para sua integridade física.

Ao realizar os testes, a mesma ficou surpresa com as funcionalidades do dispositivo, como não faz uso de bengala, acredita que seja um bom apoio para sua locomoção, questionada se usaria o bracelete sem outros apoios, afirmou que usaria, porém, sugeriu que em um aprimoramento do projeto, a intensidade vibratória fosse um pouco mais alta.

Por possuir dificuldades em percorrer trajetos com autonomia, sentiu-se confiante e segura com o dispositivo e seria uma adepta ao uso, declara que outra necessidade que poderia ser facilitada com o uso de um dispositivo, seria a detecção de poças de água e desníveis no solo.

Como forma de avaliar a satisfação dos usuários com o uso do dispositivo, e obter um resultado de seu desempenho, foram criados alguns parâmetros de usabilidade para que os usuários pudessem avaliar utilizando a escala *Likert*, que possibilita medição do nível de

satisfação do usuário para cada parâmetro, sendo a menor nota 0 e maior 5, podendo dimensionar dessa forma o grau de conformidade do dispositivo .

**Quadro 2:** Avaliação dos entrevistados

<b>Avaliação dos Entrevistados</b>			
	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3
Conforto	5	5	5
Peso	5	5	5
Intensidade vibratória	3	5	4
Amplitude de monitoramento	3	5	5
Tempo de resposta	4	5	4
Tolerância a falhas	4	5	5
Segurança	3	4	5

**Fonte:** Autor

Após a coleta de todas as notas dos entrevistados, foi feita uma média das notas por parâmetro e gerado um resultado que avalia a satisfação dos usuários quanto a qualidade do dispositivo.

**Quadro 3:** Nível de satisfação

<b>Nível de satisfação</b>	
Conforto	100%
Peso	100%
Intensidade vibratória	80%
Amplitude de monitoramento	86%
Tempo de resposta	86%
Tolerância a falhas	93%
Segurança	80%

**Fonte:** Autor

Uma das principais curiosidades dos entrevistados após os testes foi no valor que o dispositivo iria custar caso viesse a ser comercializado, os entrevistados apresentaram interesse em adquirir o dispositivo. Para isso foi feito uma pesquisa de mercado, para obter o valor de custo do projeto e um valor aproximado do produto final.

**Quadro 4:** Custo do projeto

<b>Item</b>	<b>Valor</b>
Bracelete + tecido customizado	R\$ 25,00
Arduino Nano + jumpers	R\$ 20,00
Vibracall de celular	R\$ 8,00
Pilha recarregável	R\$ 20,00
Push Bottom	R\$ 3,00
Placa de circuito impresso	R\$ 4,00
Sensor ultrassônico	R\$ 9,00
<b>Custo do produto</b>	R\$ 89,00
<b>Valor final do produto</b>	R\$ 100,00

**Fonte:** Autor

## 6 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou inúmeros desafios, desde entender as necessidades de um deficiente visual até o funcionamento de um microcontrolador, e de que forma a tecnologia pode ser uma aliada na resolução de problemas diários dessas pessoas.

O projeto teve boa aceitação por parte dos deficientes visuais entrevistados, com uma proposta de utensílio novo e de baixo custo. Foi visto que o dispositivo pode ter algumas melhorias, como vibrar um pouco mais forte, e ter maior alcance.

Em contraste com os demais projetos existentes, o bracelete foi confeccionado com itens de baixo custo, levando em conta que a realidade de muitos deficientes visuais, que participam destas associações, apresentam uma renda familiar bastante baixa, sendo que alguns não trabalham e dependem de auxílio do governo ou aposentadorias.

Estudar sobre os deficientes visuais e aprender um pouco mais sobre hardware, ampliou consideravelmente os conhecimentos que foram aprendidos ao longo do curso, poder desenvolver um dispositivo para uma parcela da sociedade que muitas vezes sofre preconceito por sua diferença física e ter um resultado positivo sobre o projeto, foi de grande valia.

A tecnologia vem sendo cada vez mais aprimorada para facilitar a vida das pessoas, bem como melhorar processos que antes levavam muito tempo para serem realizados. Porém, deve-se ser avaliado, se essas melhorias são elaboradas levando em conta a inclusão de todas as pessoas, bem como o impacto que uma inovação tecnológica pode ter na vida de um deficiente.



## REFERÊNCIAS

- ALVES, Paulo. **Techtudo**. 2015. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/01/app-reune-voluntarios-que-emprestam-visao-cegos-conheca-o-be-my-eyes.html>>. Acesso em: 12 de julho de 2017.
- ALVES, Franciele A. S.; NEUMANN, Alexandre M. M.; GOUVÊA JUNIOR, Maury M. (Org.). Bengala Inteligente Neural Baseada em Aprendizagem por Reforço para Deficientes Visuais. **Laboratório de Robótica e Inteligência Artificial Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais**, Belo Horizonte, p.1-6, 2014. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/eniac/2014/0071.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2017.
- ARAÚJO, Ana Paula. Braile. **InfoEscola**, 2012. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/portugues/braile>>. Acesso em: 11 Junho 2017.
- ARDUINO, **Arduino**. 2017. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 09 de setembro de 2017.
- ARDUINO, **Store Arduino**. 2018. Disponível em: < <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>. > Acesso em: 20 out 2017.
- BERSCH, Rita. Introdução à tecnologia assistiva. **CEDI**. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/784b/a1db0947532e305a37d04866d0e0c65149a1.pdf>>. Acesso em: 19 Maio 2017.
- Cartilha Do Censo 2010. **Pessoas Com Deficiência**, 2012. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzido.pdf>>. Acesso em: 18 de junho de 2017.
- CIAFONNI, Giovani. **Itunes**. 2015. Disponível em: < <https://itunes.apple.com/br/app/ariadne-gps/id441063072?mt=8>>. Acesso em 11 de julho de 2017.
- COOK, Albert M.; POLGAR, Jan Miller. **Cook and Hussey's Assistive Technologies: Principles and Practice**. 3. ed. St. Louis: Mosby, 2005. 571 p.
- DINIZ, Debora. **O que é deficiência**. São Paulo. Brasiliense, 2007. 79 p.
- FREITAS, H. **ESTADÃO**, 2016. **Comportamento Brasileiro**. Disponível em: <<http://emails.estadao.com.br/noticias/comportamento,brasil-tem-6-milhoes-de-pessoas-com-deficiencia-visual-mas-apenas-160-caes-guia,10000094416>>. Acesso em: 29 Maio 2017.
- GONZATTO, Alfredo et al. ÓCULOS SONAR PARA DEFICIENTES VISUAIS. **Xiii Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-graduação – Universidade do Vale do Paraíba**, São José dos Campos, p.1-4, 2012. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2009/anais/arquivos/RE\\_0948\\_0818\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0948_0818_01.pdf)>.

Acesso em: 20 jun. 2017.

HOFFMANN, Sonia B.; SEEWALD, Ricardo. Caminhar sem Medo e sem Mito: Orientação e Mobilidade. **Bengala Legal**, 2003. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/orienta>>. Acesso em: 11 Junho 2017.

IBGE 2010, Rio de Janeiro. Censo Demográfico 2010: **Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**. 2015 p. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd\\_2010\\_religiao\\_deficiencia.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf)> Acesso em: 09 jun. 2017.

JÚNIOR, Edgard. **ONUBR**. 2013. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/oms-afirma-que-existem-39-milhoes-de-cegos-no-mundo/>>. Acesso em: 09 out 2017.

MARQUES, Maria; LIMA, Atos; SANTOS, Marcelo. Protótipo de Bengala Inteligente de Baixo Custo para o Auxílio de Deficientes Visuais. **Anais dos Workshops do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (cbie 2016)**, [s.l.], p.1344-1353, 10 nov. 2016. Sociedade Brasileira de Computação - SBC. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2016.1344>. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7060/4934>>. Acesso em: 19 maio 2017.

MARTINS, Nardênio Almeida. Sistemas microcontrolados. **Uma abordagem com o Microcontrolador PIC 16F84**. Editora Novatec Ltda, 1ª edição, 2005. Disponível em: <<http://www.martinsfontespaulista.com.br/anexos/produtos/capitulos/203289.pdf>>. Acesso em 09 de setembro de 2017.

MADEIRA, Daniel. **Vida de Silício**. 2017. Disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/grandezas-digitais-e-analogicas-e-pwm/>  
<<http://f123.org/archives/5549/>>. Acesso em: 25 set de 2017.

PERRIN, Emmanuel. **Maxi Sciences**. 2016. Disponível em: <[http://www.maxisciences.com/application/aipoly-l-039-application-qui-pourrait-revolutionner-la-vie-des-malvoyants-et-non-voyants\\_art38926.html](http://www.maxisciences.com/application/aipoly-l-039-application-qui-pourrait-revolutionner-la-vie-des-malvoyants-et-non-voyants_art38926.html)>. Acesso em: 12 de julho de 2017.

RADABAUGH, Mary Pat. **Study on the Financing of Assistive Technology Devices of Services for Individuals with Disabilities** - A report to the president and the congress of the United State, National Council on Disability, Março 1993. Disponível em <<http://www.ccclivecaption.com>> Acesso em 07 out. 2017.

RETINA BRASIL. **Retinose pigmentar**. 2012. Disponível em: <<http://retinabrasil.org.br/site/doencas/retinose-pigmentar/>>. Acesso em: 18 set de 2017.

RIBEIRO FILHO, José de Sousa et al. ARGOS – Auxílio à locomoção de deficientes visuais a partir de pulseira microcontrolada. **Computer On The Beach 2011**, Belém, p.89-98, 2011. Anual. Disponível em: <<https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/acotb/article/view/6321/3558>>. Acesso em: 22 jul.

2017.

ROBOMART, **Robomart.com**. 2015. Disponível em: < <https://www.robomart.com/pn2907> >. Acesso em: 20 out de 2017.

SOUZA, Tiago Menezes Xavier de; GRANADO, Igor dos Passos; FRESSATTI, Wyllian. Estudo comparativo entre as plataformas Arduino e PIC. **Universidade Paranaense (UNIPAR)**, Paranaíba, p.1-5, 2014. Disponível em: <[http://web.unipar.br/~seinpar/2014/artigos/graduacao/TIAGO\\_MENEZES\\_XAVIER.pdf](http://web.unipar.br/~seinpar/2014/artigos/graduacao/TIAGO_MENEZES_XAVIER.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2017.

SUNU. **Sunu Shop**. 2017. Disponível em: <<https://shop.sunu.io/default.aspx/>>. Acesso em: 01 out de 2017.

THOMSEN, Adilson. **Filipeflop**. 2011. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-arduino/>>. Acesso em: 10 de setembro de 2017.

WEISHALN, R. **Orientation and mobility in the blind children**. New York: Englewood Cliffs, 1990.

WENDLING, Marcelo. Sensores. **Universidade Estadual Paulista**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/saimon/materiais/Sensores.pdf>>. Acesso em : 10 set. 2017.

THOMSEN, Adilson. **Filipeflop**. 2014. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/tipos-de-arduino-qual-comprar/>>. Acesso em: 25 de setembro de 2017.

CARVALHO, Karla Emanuelle Cotias de; GOIS JUNIOR, Miburge Bolivar; SA, Katia Nunes. Tradução e validação do Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST 2.0) para o idioma português do Brasil. **Revista Brasileira de Reumatologia**, [s.l.], v. 54, n. 4, p.260-267, jul. 2014. Elsevier BV.. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0482-50042014000400260](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0482-50042014000400260)>. Acesso em: 02 nov. 2017.

## APÊNDICE A

### Questionário Inicial:

1. Nome:
2. Sexo: ( )F ( )M
3. Idade:
4. Nasceu com deficiência visual?

( ) Sim

( ) Não. Como aconteceu?

---

---

5. Percorre algum trajeto sozinho(a)

( ) Sim

( ) Não, apenas com acompanhante. Qual ou quem?

6. Qual a maior dificuldade que encontra no dia a dia para se locomover?

---

---

7. Faz uso de alguma tecnologia ao auxílio do deficiente visual, como bengala ou leitura em braile?

( ) Não

( ) Sim, qual? 

---

8. Percebe algum incomodo ou preconceito em ambientes sociais?

---

---

9. Qual o sentido em que percebe mais aguçado, na ausência da visão, como tato ou audição?

---

---

**10.** Qual a principal dificuldade diária que uma tecnologia pode vir a resolver ou auxiliar?

---

---

**11.** Que tipo de acessório gostaria de ter para auxílio nas tarefas diárias?

---

---

**12.** Qual a distância média que um dispositivo tecnológico poderia alertá-lo sobre obstáculos próximos?

---

---

**13.** Você usaria um dispositivo colocado em seu braço que lhe avisa-se por meio de sinais vibratórios a respeito de obstáculos próximos?

---

---

## APENDICE B

### **Testes pesquisa aplicada**

**1 )** Você se sentiu confortável com o uso do bracelete?

☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez

**2)** Você recomendaria o uso do sensor de obstáculos para outro cego?

☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez

**3)** A intensidade vibratória está adequada a distância dos obstáculos?

☐ Sim ☐ Não ☐ Pode ser ajustado

**4)** O dispositivo pode alertar em tempo hábil de desviar do obstáculo?

☐ Sim ☐ Não ☐ Pode ser ajustado

**5)** O dispositivo apresentou falhas durante o teste?

☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez

**6)** Você usaria apenas o bracelete sem outro tipos de apoio?

☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez

**7)** Quais são suas sugestões para a melhoria do dispositivo?

R:

## APENDICE C

### **Pesquisa de Satisfação**

Tendo em vista os testes realizados com o dispositivo, dê uma nota de 1 a 5 para os seguintes quesitos:

- 1) Conforto:
- 2) Peso:
- 3) Intensidade Vibratória:
- 4) Amplitude de monitoramento:
- 5) Tempo de resposta:
- 6) Tolerância a falhas:
- 7) Segurança: